

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

*Ляшенко О.М., Васильєва Ю.О.*

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до самостійного вивчення курсу**

**«Фотобіологічні і медичні опромінювальні установки»**

**і виконання розрахунково-графічного завдання й контрольних робіт**

(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання  
спеціальності 8.090605, 7.090605 – Світлотехніка і джерела світла)

**Харків – ХНАМГ – 2008**

Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу «Фотобіологічні і медичні опромінювальні установки» і виконання розрахунково-графічного завдання й контрольних робіт (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 8. 090605, 7.090605 – Світлотехніка і джерела світла)./ Укл.: Ляшенко О.М., Васильєва Ю.О. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 52 с.

Укладачі: Олена Миколаївна Ляшенко,  
Юлія Олегівна Васильєва

Рецензент: доц. Г.О. Петченко

Розглянуто на засіданні кафедри СДС ,  
протокол № 11 від 13.06.08.

## Зміст

1. Загальні вказівки до самостійного вивчення курсу.....	4
2. Контрольні роботи для заочної форми навчання .....	14
3. Розрахунково-графічна робота .....	16
3.1. Варіанти завдань для розрахунково-графічної роботи .....	16
3.2. Основні положення виконання РГР.....	18
3.3. Особливості проектування і вимоги до опромінювальних установок різного призначення.....	19
3.4. Електротехнічна частина установки .....	47
3.5. Вихідні параметри ОПУ .....	50

# 1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ КУРСУ

## 1.1. Зміст дисципліни

Самостійна робота студентів полягає в більш детальному опрацюванні теоретичного матеріалу курсу за темами:

**Тема 1.** Вступ. Спрямованість курсу та його місце серед суміжних спеціальних дисциплін. Основні розділи курсу. Роль спеціальних світлотехнічних установок у житті сучасного суспільства. Класифікація спеціальних світлотехнічних установок.

**Тема 2.** Установки інфрачервоного нагрівання і затвердіння лакофарбних покриттів. Теорія і фізичні основи інфрачервоної техніки.

**Тема 3.** Сушіння матеріалів і затвердіння лакофарбних покриттів, їх фізико-хімічна сутність. Зв'язок ефективності процесу з температурою. Розподіл температури за глибиною шару лаку.

**Тема 4.** Переваги променистого сушіння над конвекційним, визначення залежності температури від часу випромінювання при променистому сушінні. Вплив різних параметрів на хід залежності температури від часу.

**Тема 5.** Характеристика джерел випромінювання. Особливості електричних і газових випромінювачів. Вибір випромінювачів за спектром поглинання розчинника або лаку.

**Тема 6.** Баланс енергій в установках інфрачервоного нагрівання і затвердіння покриттів. Побудова номограми для визначення необхідної опромінюваності в установці. Основні положення проектування установок. Особливості світлотехнічного розрахунку. Зразки виконання установок інфрачервоного нагрівання і затвердіння.

**Тема 7.** Морфофізіологічний вплив ультрафіолетового (УФ) випромінювання на організм людини і тварин. Розбиття УФ спектру на зони.

Спектральна ефективність еритемної, засмажної і антирахітної дії УФ випромінювання. Вітальні величини та одиниці перетворення та кількість опромінення.

**Тема 8.** Принцип нормування дії УФ опромінювання в еритемних установках. Біодоза і нормована середня, максимальна і мінімальна доза опромінювання. Джерела еритемного опромінювання і їх світлотехнічні параметри. Прилади еритемного опромінювання.

**Тема 9.** Еритемні опромінювальні установки. Опромінювальні установки тривалої дії. Принципові схеми сполучення приладів загального освітлення та еритемного опромінювання. Фотарії. Види й особливості розрахунку.

**Тема 10.** Опромінювальні установки в сільському господарстві. Дозування УФ опромінювання сільськогосподарських тварин і птиці. Стаціонарні опромінювальні установки. Особливості світлотехнічного розрахунку. Конструкція і системи живлення установок, особливості експлуатації.

**Тема 11.** Бактерицидна дія УФ опромінювання. Кількісна оцінка бактерицидної дії. Методика побудови кривої спектральної ефективності бактерицидної дії. Статистична обробка результатів експерименту випромінювання у воді.

**Тема 12.** Установки для знезараження повітря, джерела й прилади. Розташування бактерицидних опромінювачів в операційних; особливості розрахунку. Гранично припустима доза опромінювання у зоні перебування людей; методи розрахунку.

**Тема 13.** Роль опромінювання у сучасному сільському господарстві. Завдання, що стоять перед світлотехнічною промисловістю. Вимоги до джерел випромінювання. Вибір джерел випромінювання. Опромінювальні прилади.

**Тема 14.** Опромінювальні установки в теплицях. Варіанти розташування приладів. Особливості світлотехнічного розрахунку.

**Тема 15.** Проблеми використання цільових світловодів для освітлення теплиць. Сполучення штучного й природного освітлення у теплицях. Експлуатація установок для опромінювання рослин. Особливості проектування та конструкції опромінювальних установок у фітотронах.

## 1.2. Інформаційно-методичне забезпечення дисципліни

Перелік літературних джерел та сайтів у мережі Інтернет, в яких міститься матеріал за темами дисципліни, наведений у табл.1.

Таблица 1 – НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА

№	Підручники, навчальні посібники, інші видання , Інтернет-адреси	Теми, де застосовується
1	2	3
1	Лямцов А.К., Тищенко Г.А. Электроосветительные и облучательные установки, 1983	7-9
2	Жилинский Ю.М. Электрическое освещение и облучение в сельском хозяйстве, 1968	10-15
3	Светницкий И.И. Сельскохозяйственная светотехника, 1972	10, 13-15
4	Справочная кника по светотехнике / Под ред Ю.Б. Айзенберга, 1995, 2006	1-15
5	Сарычев Г.С. Облучательные светотехнические установки, 1992.	1-15
6	Вассерман А.Л. Ультрафиолетовые бактерицидные установки, 1998	11,12
7	Сарычев Г.С. Светотехническое оборудование для теплиц, 1999	13-15
8	Царьков В.М., Гарифулина Г.И. Освещение спортивных сооружений, 1999.	1
9	Руководство Р 3.1.683-98. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещений, 1998.	13-15
10	Photobiological safety of lamp and lamp system. Draft standart CIE TC6-47, 2000.	7-12

Продовження табл. 1.

1	2	3
11	Журнали «Светотехника» за 2000-2005 г.г.	1-12
12	Сенилов Г.Н., Родионов Л.В. Расчет и эксплуатация светотехнических импульсных установок и источников питания, 1989.	10-12
13	Журнал “Світло-люкс” за 2005-2008р.р.	1-15
14	Методические указания МУ 2.3.975-00. Применение УФ бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами, 2000.	11-12
	Інтернет-адреси	
1	PHILIPS. <a href="http://www.eur.lighting.philips.com.ua">www.eur.lighting.philips.com.ua</a> .	1-15
2	ООО «Зинтеко». <a href="http://www.zinteco.kiev.ua">www.zinteco.kiev.ua</a> .	1-15
3	Группа компаний «Альтера». <a href="http://www.Altera2000.com.ua">www.Altera2000.com.ua</a> .	1-15
4	Группа компаний «Элотек». ООО «Элопро». <a href="http://www.elotec.com.ua">www.elotec.com.ua</a> .	1-15

### 1.3 Приклади розв’язання задач

#### 1.3.1. Розрахунок фотаріїв-кабін.

Розглянемо підхід до розрахунку фотаріїв з еритемними лампами.

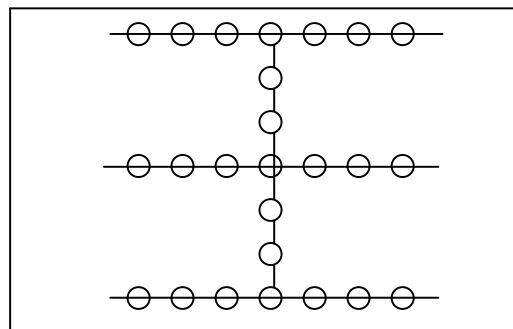


Рис.1

Г.М.Кноррінг дає наступний опис фотарію-лабіринту, показаного на рис.1.

"Перегородки з вертикально розташованих еритемних ламп розгороджують фотарій на чотири проходи шириною 1,2-1,5 м і загальною довжиною 30 м. Лампи ЕУВ-30 кріплять не тільки на перегородках, але й на стінах; вони постачені відбивачами у формі параболічних циліндрів. Відстань між лампами становить 250 мм. Під час дво-трихвилинного проходження фотарію люди, які опромінюються, одержують дозу близько 20 мер/хв·м<sup>2</sup>. Вони рухаються у такт з ударами метронома, дотримуючи між собою відстань приблизно в 1 м".

Перевіримо розрахунком, чи забезпечується одержання зазначеної дози опромінення в описаному фотарії. Завдання зводиться до визначення величини опромінення і множення цієї величини на тривалість опромінення. Беручи до уваги вказані вище розміри проходу й спосіб розташування ламп, можна вважати, що кожний, хто знаходиться у фотарії одержує випромінювання з блоку ламп довжиною не менше трьох метрів (площа блоку – 0,9 х 3 м<sup>2</sup>), перебуваючи від нього на відстані 0,5-0,7 м (див. рис. 1). При цьому співвідношенні розмірів опромінювача й відстані до опромінюваної точки, не допускаючи значної помилки, можна вважати, що опромінення в точці площини, паралельної площині випромінювача дорівнює поверхневій щільності випромінювання опромінювача.

Це твердження впливає, наприклад, з розгляду виразу для величини освітленості в точці А, що знаходиться на осі диска, що рівномірно світить, з яскравістю L (рис. 2):

$$E_A = \pi L \sin^2 \alpha. \quad (1)$$



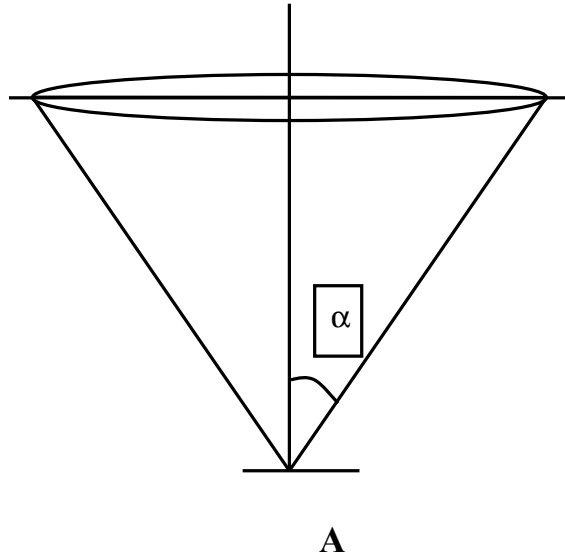


Рис. 2 – До визначення освітленості від рівнояскравого диска

Якщо збільшувати  $\alpha$ , наближаючи точку А до площини диска, або збільшувати  $r$ , то при  $\alpha \rightarrow \pi / 2$

$$E_A = \pi L = R, \quad (2)$$

де  $R$  – світність поверхні диска.

У розглянутому випадку фотарію габаритна щільність випромінювання опромінювача може бути визначена шляхом множення щільності випромінювання лампи на коефіцієнт заповнення габариту опромінювача лампами.

Щільність випромінювання поверхні лампи

$$R_{el} = \frac{F_{el}}{S_l}, \quad (3)$$

де  $F_{el}$  – величина еритемного потоку лампи, для ламп ЕУВ-30

$$F_{el} = 530 \text{ мер};$$

$S_l$  – площа випромінюючої поверхні лампи, для ЕУВ-30:

$$S_l = \pi dl = 3,14 \cdot 2,90 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2; \quad (4)$$

$$R_{el} = \frac{F_{el}}{S_l} = \frac{530}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 90 \cdot 10^{-4}} = 7500 \text{ мер/м}^2. \quad (5)$$

Коефіцієнт заповнення габариту опромінювача К дорівнює відношенню діаметра колби лампи до відстані Д між осями ламп.

У цьому випадку

$$K = \frac{d}{D} = \frac{25}{250} = 0,1. \quad (6)$$

Таким чином, габаритна щільність випромінювання опромінювача

$$R_{e.opr} = R_{el} \cdot K = 7500 \cdot 0,1 = 750 \text{ мер/м}$$

і опромінення

$$E_e = R_{e.opr} = 750 \text{ мер/м}^2.$$

Доза, яку одержують при дво- або трихвилинному перебуванні у фотарії, буде:

$$H_e = E_e \cdot T = 750 \cdot \left( \frac{1}{30} \div \frac{1}{20} \right) = 25 \div 37,5 \text{ мер/м}^2 \times \text{год.},$$

що добре узгоджується з величинами, названими Г.М. Кноррінгом.

Розглянуте вище дозволяє виробити такий прийом визначення конструктивних параметрів фотарію з еритемними лампами.

Заданими вважатимемо наступні величини: пропускну здатність –  $m$ , люд/год., тривалість опромінення  $T$  і дозу опромінення  $H_e$ .

Для фотаріїв рекомендованою "Вказівками до застосування ультрафіолетового випромінювання" величиною дози є 20 мер/м· год.

За заданим значенням пропускну здатності  $m$  і тривалості опромінення  $T$  можна знайти довжину лабіринту:

$$L = m \cdot T_{метрія}, \quad (7)$$

де  $l$  – інтервал (відстань) між опромінюваними, м;

$T$  – тривалість опромінення в годинах.

Величина еритемного опромінення визначається як

$$E_e = H_e / T \text{ мєр/м}^2. \quad (8)$$

Коефіцієнт заповнення габариту опромінювача:

$$K = R_{e.обл.} / R_{ел.}, \quad (9)$$

де значення  $R_{e.обл.}$  приймається рівним величині еритемної опроміненості, визначеної вище.

Відстань між лампами в опромінювачі:

$$N = d / D. \quad (10)$$

Описана процедура визначення параметрів фотарію придатна тільки у випадку, коли опромінювач конструюється як блок відкритих ламп. Коли ж лампи встановлюють в арматуру, використовується точковий метод розрахунку опромінення за кривими розподілу сили еритемного випромінювання і визначення потужності установки шляхом ряду послідовних проб.

### 1.3.2. Розрахунок фотаріїв з ртутно-кварцевими лампами

Фотарії цього типу одержали поширення ще до освоєння вітчизняною промисловістю люмінесцентних еритемних ламп.

Фотарії з ртутними лампами можуть бути також побудовані як кабінки й проходи, а також як фотарії-маяки.

У фотарії-маяку одна ртутна лампа ПРК-7 або блок з 6-8 ламп ПРК-2 встановлюється в центрі квадратного приміщення площею 40-50 м<sup>2</sup>. У цьому ж приміщенні для освітлення і поліпшення кольоровості випромінювання встановлюються лампи розжарювання.

Група людей, які опромінюються (20-25 чол.), утворюють коло на відстані 2,5 м від джерела. Зразковий план приміщень фотарію цього типу представлений на рис.3.

Для фотаріїв-маяків виготовляють опромінювачі з ртутними лампами типу ПРК, характеристики яких наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Основні характеристики опромінювачів маякового типу

Характеристика	Тип опромінювача	
	великий	малий (ОКМ-9)
Випромінювач ПРК	ПРК-7	ПРК-2
Номінальна потужність випромінювання, Вт	1000	375
Радіус зони опромінення, м	2,5	0,8

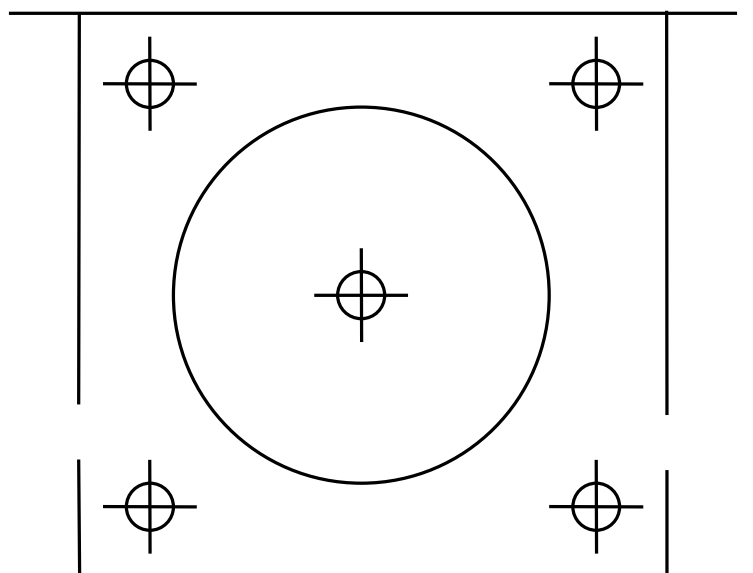


Рис. 3 – Фотарій з ртутно-кварцевими лампами

Для фотаріїв-кабін виготовляють (з-д "Червоний металіст" у Конотопі) автоматизовані опромінювачі з лампою ПРК-2. Лампа нормально закрита шторкою, що відкривається на заданий проміжок часу при опусканні в приймач опромінювача спеціального жетона.

Особливістю застосування ламп типу ПРК для еритемного опромінення є необхідність усунення ультрафіолетових випромінювань з довжиною хвиль менше 280 нм, що утримуються у спектрі ламп. Це досягається установкою перед лампою світлофільтра з увіолевого скла БЗС товщиною 3 мм. Істотне ускладнення експлуатації опромінювачів, оснащених цими фільтрами, виникає через схильність скла БЗС до поляризації, в результаті якої пропущення еритемних випромінювань цим склом дуже зменшується. Для повернення склу здатності пропускати довгохвильові ультрафіолетові випромінювання його необхідно періодично прогрівати в муфельній печі при 400 °С протягом 2-4 годин.

У фотаріях з ртутно-кварцовими лампами внаслідок їхньої здатності іонізувати й озонувати повітря необхідна інтенсивна примусова вентиляція.

Розрахунок фотаріїв-маяків з ртутними лампами, мабуть, не має сенсу. Світлотехнік може опинитися перед необхідністю дати консультацію для визначення відстані між джерелом випромінювання людиною, яка опромінюється, а також тривалості опромінення. Пов'язані з цим розрахунки нескладні.

Безумовно, заданою величиною є доза опромінення. Нехай буде задана добова доза, рівна 0,3 біодози. Тоді

$$H_e = E_e \cdot T = 0,3 \cdot 80 = 24 \text{ мер/м}^2 \cdot \text{год.}$$

Приймемо, що тривалість опромінення Т прийнята рівною 3 хв. або 1/20 год, тоді необхідна еритемна опроміненість буде:

$$E_e = H_e / T = 24 : 1/20 = 480 \text{ мер/м}^2.$$

Дані табл. 14 дозволяють установити, що при опроміненні пристроєм з лампою ПРК-2 ця величина опромінення створюється при відстані в 1 м від опромінювача. У разі застосування опромінювача з лампою ПРК-7, коли еритемне опромінення на відстані в 1 м від неї  $E_{e1} = 1650 \text{ мер/м}^2$ , потрібна опроміненість  $E_e = 480 \text{ мер/м}^2$ , що буде отримана на відстані

$$L = \sqrt{\frac{E_{e1}}{E_e}} = \sqrt{\frac{1650}{480}} = 2 \text{ м.}$$

## **2. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ ДЛЯ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**

Контрольна робота полягає в підготовці реферату за однією з тем. Обсяг реферату – 15-20 стор. формату А4.

### **Тематика контрольних робіт:**

1. Опромінювальні еритемні установки короткочасної дії.
2. Опромінювальні еритемні установки тривалої дії.
3. Опромінювальні установки для знезараження повітря.
4. Опромінювальні установки для знезараження води.
5. Опромінювальні установки для вирощування рослин.
6. Опромінювальні установки для сушіння лакових покриттів на дерев'яних виробах.
7. Опромінювальні установки для сушіння лакових покриттів на металевих виробах.
8. Лазерні терапевтичні опромінювальні установки.
9. Лазерні хірургічні установки.
10. Освітлювальні установки для операційних.
11. Опромінювальні установки в медичних закладах
12. Інфрачервоні терапевтичні кабінки
13. Опромінювальні установки для сушки.
14. Опромінювальні установки в харчовій промисловості
15. Опромінювальні установки в сфері обслуговування
16. Стоматологічні опромінювальні установки
17. Опромінювальні установки для фотомодифікації крові людини
18. Опромінювальні установки для тваринництва.
19. Опромінювальні установки для птахівництва.
20. Опромінювальні установки фотохімічної дії.
21. Опромінювальні установки фотобіологічної дії.
22. Опромінювальні установки фотофізичної дії.
23. Озонатори.
24. Опромінювальні установки для знезараження різних рідин.
25. Спеціальні селекційні камери.

Таблиця 3 – Зміст реферату, характеристика розділів і їх обсяг

№ п/п	Назва розділу	Обсяг	Характеристика розділів
1	2	3	4
1.	Вступ	1-2 сторінки	Загальні відомості про тип опромінювальної установки, галузь її призначення, принципи, що реалізуються в установці (приладі)
2.	Розділ 1.	5-6 сторінок	Розглянути діапазон опромінювання (інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання, видимий діапазон), що застосовується в опромінювальній установці. Описати механізм фотобіологічного впливу типу випромінювання.
3.	Розділ 2.	13-15 сторінок	Навести характеристику джерел випромінювання потрібного діапазону, опромінювачів і опромінювальних установок певного призначення
4.	Розділ 3.	3-4 сторінки	Основні положення з техніки безпеки і експлуатування опромінювальної установки
5.	Висновки	1-2 сторінки	Загальні висновки за темою реферату
6.	Література	1 сторінка	Перелік використаних у рефераті літературних джерел

### 3. Розрахунково-графічна робота

#### 3.1. Варіанти завдань для розрахунково-графічної роботи (РГР)

Номер варіанта розрахунково-графічного завдання (РГЗ) вибирають за порядковим номером студента в списку академічної групи (для денної форми навчання) або за останніми двома цифрами залікової книжки студента (для заочної форми навчання). Дані для РГР наведені в табл.4.

Таблиця 4.

Варіант	Призначення опромінювальної установки	Приміщення, для якого проектується опромінювальна установка	Розміри приміщення (довжина x ширина x висота, м)	Примітки
1	2	3	4	5
1	Еритемна тривалої дії	Навчальна аудиторія	8x10x3,5	
2	Еритемна короткочасної дії (фотарій-кабіна)	-	-	Склад працюючих в одній зміні: 35 жінок 60 чоловіків
3	Еритемна короткочасної дії (фотарій-лабіринт)	-	-	Склад працюючих в одній зміні: 5 жінок 70 чоловіків
4	Бактерицидна, для знезараження повітря	Торгівельна зала	10x15x4	
5	Еритемна тривалої дії	Конструкторське бюро	9x16x3	
6	Еритемна короткочасної дії (фотарій-кабіна)			Склад працюючих в одній зміні: 105 жінок 20 чоловіків
7	Еритемна короткочасної дії (фотарій-лабіринт)			Склад працюючих в одній зміні: 135 жінок 160 чоловіків



Продовження табл. 4.

1	2	3	4	5
8	Бактерицидна, для знезараження повітря	Палата в лікарні	7x8x4,2	
9	Еритемна тривалої дії	Палата в лікарні	5x8x3	
10	Еритемна короткочасної дії (фотарій-кабіна)			Склад працюючих в одній зміні: 45 жінок 120 чоловіків
11	Еритемна короткочасної дії (фотарій-лабіринт)			Склад працюючих в одній зміні: 10 жінок 90 чоловіків
12	Бактерицидна, для знезараження повітря	Цех в харчовій промисловості	12x18x6	
13	Еритемна тривалої дії	Групова кімната в дитсадку	4x8x3	
14	Еритемна короткочасної дії (фотарій-кабіна)			Склад працюючих в одній зміні: 28 жінок 80 чоловіків
15	Еритемна короткочасної дії (фотарій-лабіринт)			Склад працюючих в одній зміні: 15 жінок 60 чоловіків
16	Бактерицидна, для знезараження повітря	Навчальна лабораторія		
17	Еритемна тривалої дії	Спортивна зала	10x20x6	
18	Еритемна короткочасної дії (фотарій-кабіна)			Склад працюючих в одній зміні: 85 жінок 40 чоловіків

1	2	3	4	5
19	Еритемна короткочасної дії (фотарій-лабіринт)			Склад працюючих в одній зміні: 5 жінок 90 чоловіків
20	Бактерицидна, для знезараження повітря	Склад харчових продуктів	7x10x4	
21	Еритемна тривалої дії	Кабінет лікаря	8x8x3,2	
22	Еритемна короткочасної дії (фотарій-кабіна)			Склад працюючих в одній зміні: 60 чоловіків
23	Еритемна короткочасної дії (фотарій-лабіринт)			Склад працюючих в одній зміні: 80 жінок
24	Бактерицидна, для знезараження повітря	Кабінет лікаря	3x5x3	
25	Еритемна тривалої дії	Офісне приміщення	4x5x4	

### **3.2. Основні положення виконання РГР**

#### Зміст пояснювальної записки до РГР

1. Світлотехнічна частина.
  - 1.1 Загальні вимоги до УФ опромінювання.
  - 1.2 Гігієнічні вимоги до випромінювальних установок
  - 1.3 Вибір рівнів опроміненості і доз опромінювання.
  - 1.4 Обґрунтування вибору джерела випромінювання
  - 1.5 Обґрунтування вибору опромінювального приладу.
  - 1.6 Розміщення опромінювальних приладів.
  - 1.7 Розрахунок опроміненості в контрольних точках.
  - 1.8 Розрахунок встановленої і питомої потужності ОБУ.
2. Електротехнічна частина.

- 2.1 Вибір напруги мережі і схеми живлення ОБУ.
- 2.2 Вибір щитків і дротів.
- 2.3 Вибір схеми живлячої і групової мережі.
- 2.4 Вибір схеми керування ОБУ.
- 2.5 Розрахунок мережі на мінімальну кількість провідникового матеріалу
- 2.6. Перевірка мережі за струмом нагріву і механічною міцністю.
3. Вихідні параметри ОБУ.
4. Специфікація.

#### Вимоги до оформлення РГР:

Розрахунково-графічне завдання оформляють на аркушах паперу А4 з полуторним інтервалом з полями: нижнє і верхнє – 20мм, лівє – 25 мм, правє – 10 мм.

Крім основних розділів, у тексті РГР слід навести інформацію за такими питаннями:

1. Механізм дії випромінювання, що застосовується в установці.
2. Особливості експлуатації.
3. Переваги застосування обраного типу установки.

### **3.3. Особливості проектування і вимоги до опромінювальних установок різного призначення**

#### **3.3.1. Еритемні установки тривалої дії**

##### Загальні вимоги до профілактичного УФ опромінювання

Профілактичному ультрафіолетовому опромінюванню (УФО) повинні піддаватися люди, які через географічні умови місцевості мешкання або особливостей умови праці повністю або частково позбавлені природного світла.

Профілактичне УФО слід застосовувати:

- на виробничих об'єктах, у дитячих дошкільних установах, навчальних закладах, лікувально-профілактичних і оздоровчих установах, розташованих в районах на північ від 57,7" п.ш., а також у промислових районах із забрудненням атмосферного повітря або особливостями рельєфу місцевості, що приводять до постійного дефіциту ультрафіолетового випромінювання (УФВ), незалежно від географічного розташування;
- на підземних об'єктах, в будівлях без природного світла і з вираженим його дефіцитом (коефіцієнт природної освітленості (КПО) становить менше 0,1%), розташованих у районах на північ від 42,5° з. ш.

Профілактичному УФО не підлягають особи, які мають професійний контакт з фотосенсибілізуючими речовинами (продуктами переробки вугілля, нафти, сланцю, миш'яковистими і сульфаніламідними препаратами і т.п.), з УФВ від виробничих джерел, що створюють опроміненість, рівну або перевищуючу рекомендовану для профілактичного УФО, а також особи, які проживають в місцевостях з підвищеним рівнем УФО внаслідок стоншення озонового шару атмосфери і в місцевостях з підвищеним фоном іонізуючої радіації.

Для профілактичного УФО рекомендується використовувати опромінювальні установки (ОУ) тривалої дії (освітлювально-опромінювальні установки). У випадках, коли ОУ тривалої дії за технічних або економічних умов встановлювати недоцільно, для профілактичного УФО повинні використовуватися ОУ короткочасної дії - фотарії [1].

Гігієнічні вимоги до випромінювальних установок тривалої дії:

В ОУ повинні використовуватися джерела УФВ, що генерують УФВ в діапазоні 280 - 400 нм. Наявність УФ випромінювання з довжиною хвилі, коротшою ніж 280 нм, для профілактичного опромінювання людей неприпустима.

ОУ повинні створювати рівні опроміненості, що забезпечують отримання людьми профілактичних доз УФО, норми яких встановлені з урахуванням середньої величини мінімальної еритемной дози (МЕД) (біодози), рівної 80 мер·год/м (1720Дж/м<sup>2</sup>).

ОУ тривалої дії слід використовувати у приміщеннях з перебуванням людей протягом чотирьох і більше годин, де концентрація пилу, диму, і кіптяви не перевищує 1мг/м<sup>3</sup>. Установки тривалої дії не слід застосовувати в приміщеннях з хімічно нестійким середовищем і хімічно нестійкими матеріалами.

ОУ тривалої дії з використанням еритемних люмінесцентних ламп повинні забезпечувати рівні опроміненості і дози опромінювання, відповідні нормам, наведеним в табл.1 для приміщень різного призначення.

ОУ тривалої дії з використанням еритемних ламп використовують протягом осінньо-зимового і раннього весняного періоду року, з урахуванням світло-кліматичних особливостей місцевості:

- у районах на північ від 57,7" с.ш. - з 1 листопада по 1 квітня;
- у районах середньої смуги (57,5-50,0° с.ш.) - з 1 листопада по 1 березня;
- у південних районах (50,0-42,5° с.ш.) - з 1 грудня по 1 березня.

При застосуванні УФО тривалої дії з еритемними або освітлювально-опромінювальними лампами повинен бути забезпечений захист очей від прямого попадання потоку УФВ, що досягається використанням опромінювачів із захисним кутом не менше 25° в поперечній і поздовжній площинах. Застосування відкритих (неекраниваних) ламп, випромінюючих УФВ, в ОУ не допускається. Висота підвісу опромінювачів повинна бути не менше 3 м і не більше 5,5 м від підлоги [1].

Таблиця 5 – Норми ультрафіолетового опромінювання від еритемних люмінесцентних ламп (в ефективних і енергетичних одиницях)

Вид приміщень	Тривалість поромінення (годин за добу)	Опромінення				Доза за добу			
		Од. виміру.	За 1 хв.	Максимальна	Рекомендована	Од. виміру	За 1 хв.	Максимальна	Рекомендована
Робочі приміщення промислових і громадських будинків	8	мер/м <sup>2</sup>	1,5	7,5	5	Мер·год/м <sup>2</sup>	12	60	40
	8	мВт/м <sup>2</sup>	9,0	45,0	30	Дж/м <sup>2</sup>	260	1300	860
Групові приміщення дитячих установ, класи, кабінети шкіл, палати великих санаторіїв	4-6	мер/м <sup>2</sup>	1,5	7,5	5	Мер·год/м <sup>2</sup>	6-9	30-45	20-30
		мВт/м <sup>2</sup>	9,0	45,0	30	Дж/м <sup>2</sup>	130-195	650-975	430-650

#### Вибір рівнів опроміненості і доз опромінювання.

Рівні опроміненості і доза опромінювання були вибрані відповідно до норм опромінювання від еритемних люмінесцентних ламп, в ефективних і енергетичних одиницях (див. табл. 5).

Оскільки найбільш вірогідне місцезнаходження людей в опромінюваному приміщенні знаходиться в точках 1, 3, 5, 2 (див. рис. 2), а рівні опроміненості в цих точках відповідно рівні 8.9, 10.4, 10.5, і 8.9 мер/м, то виходячи з денної дози опромінювання (див. табл. 5), був вибраний час роботи ОБУ - 5 годин в добу.

#### Стисла характеристика джерел випромінювання.

Як джерела випромінювання були вибрані лампи типу ЛЕ-30-1. Характеристики лампи наведені в табл.6 [2].

Таблиця 6 – Характеристики використовуваних джерел вітального випромінювання

Тип лампи	Напруга мережі, В	Потужність, Вт	Макс. сила світла, мер/ср	Термін служби, тис. год.	Габаритні розміри	
					l, мм	d, мм
ЛЕ30-І	220	30	82	5	909	30

Стисла характеристика вибраного випромінювального приладу

У зв'язку із специфічними умовами середовища (опромінювання гарячого цеху їдальні) були вибрані прилади типу ОЕ-2 пило-вологозахищеного виконання. Параметри приладу ОЕ-2 наведені в табл. 7 [2]. Установка приладу здійснюється згідно з рис. 4.

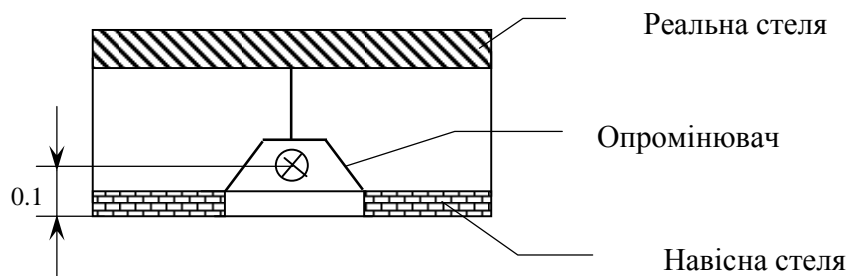


Рис.4 – Схема установки опромінювача в підвісну стелю

Таблиця 7 –Параметри випромінювальних приладів

Тип приладу	ККД, %	Габарити, мм	Маса з ПРА, кг	Тип ламп	Клас світлорозподілу	Тип КСС	Призначення
ОЗ-2	70	1025/258/580	6.0	ЛЕ-30-1	П	Д	УФ опомінювання людей

Клас світлорозподілу прийнятий за ГОСТ 17677 - 82: П - прямого світла - частка потоку опромінювача в нижню напівсферу становить понад 80 %;

### Розміщення випромінювальних приладів.

План приміщення гарячого цеху їдальні з опромінювачами, світильниками і контрольними точками

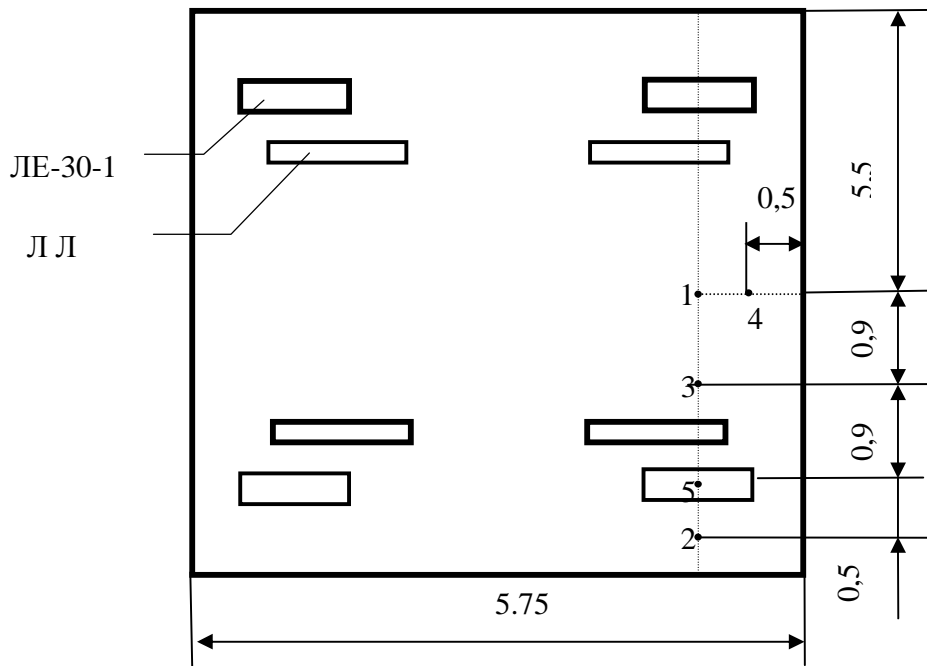


Рис. 5 – План розташування опромінювачів у приміщенні

### Розрахунок опромінювальних установок тривалої дії

Опромінювальні установки тривалої дії повинні створювати в горизонтальній площині на рівні 1 м від підлоги еритемну опроміненість і дозу (кількість опромінювання), відповідні даним, наведеним в табл. 8. Для установок тривалої дії нормуються мінімально і максимально допустимі рівні опроміненості для уникнення недоопромінення і переопромінення.

Таблиця 8

Тривалість опромінювання; год	Опроміненість, мер/м <sup>2</sup>			Доза опромінення за 1 добу, мер/м <sup>2</sup>		
	мінімальна	максимальна	Рекомендована	мінімальна	максимальна	Рекомендована
8	1,3	7,3	3,0	12	60	40



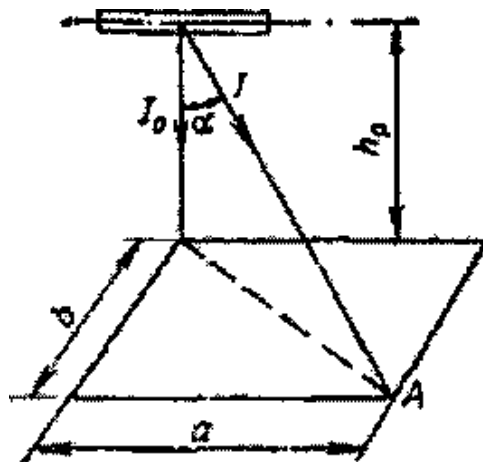


Рис. 6 – До розрахунку еритемної опроміненості

Захисний кут опромінювача в поперечній і поздовжній площинах повинен складати не менше  $25^\circ$ . Вживання відкритих ламп не допускається.

Опромінювальні установки тривалої дії слід обладнувати опромінювачами прямого випромінювання. Вихідний отвір опромінювача не можна перекривати розсіювачами, оскільки вони можуть значно поглинати УФ випромінювання, особливе еритемне.

Розрахунок еритемної опроміненості проводять аналогічно розрахунку освітленості в ОУ.

При розрахунку опроміненості в установках тривалої дії слід застосовувати точковий метод, тобто визначати опроміненість за силою випромінювання або за відносною опроміненістю. Це обумовлено необхідністю отримання максимального і мінімального значення опроміненості, а також низькими коефіцієнтами віддзеркалення стель і стін в еритемних випромінюваннях.

Значення відносної еритемної опроміненості  $e$ , створюваної люмінесцентною еритемною лампою ЛЕ наведені в табл. 8, а типу ЛЕР40 з відбиваючим шаром - в табл.9.

Таблиця 9.

b/h <sub>p</sub>	Значення $e$ , мер/м <sup>2</sup> , при $a/h_p$ .рівному												
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	100	98,0	92,4	84,2	74,3	64,0	54,1	45,0	37,2	30,5	25,0	20,5	16,8
0,1	98,5	96,6	91,0	83,0	73,0	63,4	53,6	44,7	36,8	30,3	24,9	20,4	16,8
0,2	94,2	92,3	87,6	80,1	70,8	61,2	52,0	43,6	36,2	29,8	24,5	20,2	16,6
0,3	87,9	86,2	81,7	75,1	66,8	57,2	49,7	41,8	34,9	28,9	23,9	19,7	16,3
0,4	79,9	78,5	74,9	68,9	61,7	54,1	46,5	39,5	33,2	27,7	23,0	19,2	15,9
0,5	71,6	70,5	67,1	62,1	56,3	49,7	43,1	37,0	31,3	26,3	22,1	18,5	15,4
0,6	63,2	62,2	59,4	55,6	50,4	44,9	39,5	34,0	29,1	24,8	20,8	17,7	14,9
0,7	54,9	54,1	52,0	48,7	44,7	40,3	36,7	31,2	26,8	23,0	19,7	16,8	14,2
0,8	47,6	47,0	45,4	42,8	39,4	35,8	32,0	28,2	24,6	21,4	18,4	15,8	13,5
0,9	41,1	40,6	39,4	38,2	34,6	31,7	28,6	25,3	22,4	19,6	17,0	14,7	12,8
1,0	35,4	34,9	34,0	32,4	30,2	28,0	25,4	22,8	20,8	18,0	15,6	13,7	11,9
1,1	30,4	30,2	29,4	28,1	26,5	24,5	22,5	20,4	18,3	16,3	14,4	12,7	11,2
1,2	26,2	26,0	25,4	24,5	23,1	21,6	20,0	18,1	16,5	14,8	13,2	11,7	10,4
1,3	22,7	22,5	22,0	21,7	20,2	18,9	17,6	16,2	14,8	13,4	12,0	10,8	9,6
1,4	19,7	19,5	19,1	18,5	17,6	16,7	15,7	14,4	13,2	12,1	10,9	9,9	8,9
1,5	17,1	17,0	16,7	16,2	15,5	14,7	13,8	12,6	11,9	10,9	10,0	9,1	8,2
1,6	14,9	14,8	14,5	14,2	13,6	13,0	12,3	11,5	10,7	9,9	9,1	8,3	7,5
1,7	13,0	13,0	12,8	12,4	12,0	11,5	10,9	10,3	9,6	8,9	8,2	7,6	6,9
1,8	11,5	11,4	11,2	11,0	10,6	10,2	9,7	9,2	8,7	8,1	7,7	6,9	6,4
1,9	10,1	10,1	9,9	9,7	9,4	9,1	8,7	8,2	7,8	7,3	6,8	6,3	5,9

Продовження табл. 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2,0	8,9	8,9	8,8	8,5	8,4	8,0	7,8	7,4	7,1	6,6	6,2	5,8	5,4
2,1	7,9	7,9	7,8	7,7	7,5	7,3	7,0	6,7	6,4	6,0	5,7	5,3	5,0
2,2	7,1	7,1	7,0	6,9	6,7	6,5	6,3	6,0	5,8	5,5	5,2	4,9	4,6
2,3	6,3	6,3	6,3	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5	5,2	5,0	4,7	4,5	4,2
2,4	5,7	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,2	4,1	3,9
2,5	5,1	5,1	5Д	5,0	4,9	4,8	4,6	4,5	4,3	4,1	4,0	3,8	3,6
2,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,3
2,7	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0
2,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	2,9	2,8
2,9	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6
3,0	3,2	3,2	3,1	3Д	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4
3,1	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2
3,2	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1
3,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0

Продовження табл. 9.

b/h <sub>p</sub>	Значення e, мер/м <sup>2</sup> , при a/h <sub>p</sub> .рівному													
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	13,8	11,4	9,5	7,9	6,6	5,6	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,1	13,8	11,4	9,5	7,9	6,6	5,6	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,2	13,7	11,3	9,4	7,9	6,6	5,6	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,3	13,5	11,2	9,4	7,9	6,6	5,6	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,4	13,3	11,0	9,3	7,8	6,6	5,5	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,5	12,9	10,9	9,1	7,7	6,5	5,5	4,7	4,0	5,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,6	12,5	10,6	8,9	7,6	6,5	5,5	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,7	12,1	10,2	8,7	7,5	6,4	5,5	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,8	11,6	9,9	8,5	7,3	6,2	5,4	4,6	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
0,9	11,0	9,5	8,2	7,0	6,1	5,3	4,6	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
1,0	10,4	9,1	7,8	6,8	5,9	5,1	4,5	3,9	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
1,1	9,8	8,6	7,5	6,5	5,7	5,0	4,4	3,8	3,4	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
1,2	9,2	8,2	7,1	6,2	5,5	4,8	4,3	3,8	3,3	2,9	2,5	2,2	1,9	1,7
1,4	8,0	7,1	6,3	5,6	5,0	4,4	4,0	3,5	3,2	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7
1,5	7,4	6,6	6,0	5,3	4,8	4,3	3,8	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7
1,6	6,8	6,2	5,6	5,0	4,5	4,1	3,7	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2	1,9	1,7
1,7	6,3	5,8	5,2	4,7	4,3	3,9	3,5	3,2	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
1,8	5,9	5,4	4,9	4,5	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7
1,9	5,4	5,0	4,6	4,2	3,8	3,5	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7

Продовження табл. 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,0	5,0	4,6	4,2	3,9	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6
2,1	4,7	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	-
2,2	4,3	4,0	3,7	3,4	3,2	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6	-
2,3	3,9	3,7	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	-
2,4	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	-	-
2,5	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	-	-	-	-	-
2,6	3,1	2,9	2,8	2,6	2,5	2,3	2,2	2,0	-	-	-	-	-	-
2,7	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	-	-	-	-	-	-	-
2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2,9	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	2,3	2,2	2,1	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,1	2,2	2,1	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,2	2,0	1,9	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 10.

b/h <sub>p</sub>	Значення $e$ , мер/м <sup>2</sup> , при $a/h_p$ .рівному												
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	153,6	150,8	143,3	131,4	117,6	103,3	89,6	75,3	63,8	55,6	45,1	37,9	32,0
0,1	150,8	148,2	140,4	129,4	116,5	102,5	88,3	74,6	63,0	53,4	44,6	37,8	31,6
0,2	143,3	140,4	134,2	123,0	110,7	97,9	84,8	71,6	61,1	51,5	43,6	36,7	31,0
0,3	131,4	129,4	123,0	115,3	102,4	91,6	79,3	67,9	58,0	49,1	41,7	35,3	29,8
0,4	117,6	116,5	110,7	102,4	95,4	83,6	73,1	63,2	54,0	45,9	39,4	33,4	28,5
0,5	103,3	102,5	97,9	91,6	83,6	74,7	65,8	57,5	49,6	42,8	35,9	31,4	26,6
0,6	89,6	88,3	84,8	79,3	73,1	65,8	58,7	51,5	45,1	39,1	33,8	29,1	25,0
0,7	75,3	74,6	71,6	67,9	63,2	57,5	51,5	45,3	40,4	35,4	30,7	26,7	23,0
0,8	63,8	63,0	61,1	58,0	54,0	49,6	45,1	40,4	35,3	31,6	27,7	24,1	21,3
0,9	53,6	53,4	51,5	49,1	45,9	42,8	39,1	35,4	31,6	28,1	24,8	21,9	19,3
1,0	45,1	44,6	43,6	41,7	39,4	35,9	33,8	30,7	27,7	24,8	22,4	19,7	17,6
1,1	37,9	37,8	36,7	35,3	33,4	31,4	29,1	26,7	24,1	21,9	19,7	17,4	15,8
1,2	32,0	31,6	31,0	29,8	28,5	26,6	25,0	23,0	21,3	19,3	17,6	15,8	14,4
1,3	26,7	26,5	26,0	25,2	24,3	23,0	21,6	20,1	18,5	16,9	15,7	14,1	12,8
1,4	22,8	22,6	22,1	21,6	20,7	19,7	18,6	17,5	16,2	14,9	13,7	12,6	11,4
1,5	19,4	19,2	18,9	18,4	17,8	17,0	16,1	15,1	14,2	13,1	12,2	11,2	10,3

Продовження табл. 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1,6	16,5	16,4	16,2	15,4	15,3	14,6	14,0	13,2	12,4	11,6	10,8	10,0	9,2
1,7	14,2	14Д	13,9	13,6	13,2	12,7	12,1	11,5	10,9	10,2	9,5	8,9	8,2
1,8	12,2	12,1	12,0	11,8	11,4	10,9	10,6	10,1	9,6	9,0	8,5	7,9	7,4
1,9	10,6	10,4	10,3	10,2	10,0	9,9	9,4	8,9	8,5	8,0	7,8	7,1	6,6
2,0	9,2	9,1	9,0	8,9	8,7	8,5	8,2	7,9	7,5	7,1	6,8	6,4	6,0
2,1	8,0	8,0	7,9	7,8	7,6	7,4	7,2	6,9	6,6	6,2	6,3	5,7	5,4
2,2	7,0	7,0	7,0	6,9	6,7	6,6	6,4	6,2	5,9	5,7	5,4	5,2	4,9
2,3	6,2	6,2	6,2	6,2	5,9	5,8	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,6	4,4
2,4	5,5	5,5	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	4,9	4,7	4,6	4,4	4,2	3,9
2,5	4,9	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,1	4,0	3,9	3,6

Продовження табл. 10.

b/h <sub>p</sub>	Значення e, мер/м <sup>2</sup> , при a/h <sub>p</sub> .рівному												
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	26,7	22,8	19,4	16,5	14,2	12,2	10,6	9,2	8,0	7Д>	6,2	5,5	4,9
0,1	26,5	22,6	19,2	16,4	14,1	12,1	10,4	9,1	8,0	7,0	6,2	5,5	4,9
0,2	26,0	22,1	18,9	16,2	13,9	12,0	10,3	9,0	7,9	7,0	6,2	5,5	4,9
0,3	25,2	21,6	18,4	15,4	13,6	11,8	10,2	8,9	7,8	6,9	6,2	5,4	4,8
0,4	24,3	20,7	17,8	15,3	13,2	11,4	10,0	8,7	7,6	6,7	5,9	5,3	4,7
0,5	23,0	19,7	17,0	14,6	12,7	10,9	9,9	8,5	7,4	6,6	5,8	5,2	4,6
0,6	21,6	18,6	16,1	14,0	12,1	10,6	9,4	8,2	7,2	6,4	5,7	5,1	4,5
0,7	20,1	17,5	15,1	13,2	11,5	10,1	8,9	7,9	6,9	6,2	5,5	4,9	4,4
0,8	18,5	16,2	14,2	12,4	10,9	9,6	8,5	7,5	6,6	5,9	5,3	4,7	4,3
0,9	16,9	14,9	13,1	11,6	10,2	9,0	8,0	7,1	6,3	5,7	5,1	4,6	4,1
1,0	15,7	13,7	12,2	10,8	9,5	8,5	7,8	6,8	6,2	5,4	4,9	4,4	4,0
1,1	14,1	12,6	11,2	10,0	8,9	7,9	7,1	6,4	5,7	5,2	4,6	4,2	3,9
1,2	12,8	11,4	10,3	9,2	8,2	7,4	6,6	6,0	5,4	4,9	4,4	3,9	3,6
1,3	10,8	10,4	9,4	8,5	7,6	6,9	6,2	5,6	5,1	4,6	4,2	3,8	3,5



Продовження табл. 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1,4	10,4	9,3	8,6	7,8	7,0	6,4	5,8	5,3	4,8	4,3	4,0	3,6	3,3
1,5	9,4	8,6	7,6	7,1	6,5	5,9	5,4	4,9	4,5	4,1	3,8	3,4	3,2
1,6	8,5	7,8	7,1	6,4	6,0	5,5	5,0	4,6	4,2	3,9	3,6	3,2	3,0
1,7	7,6	7,0	6,5	6,0	5,6	5,1	4,6	4,3	3,9	3,6	3,3	3,1	2,8
1,8	6,9	6,4	5,9	5,5	5,1	4,8	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,9	2,7
1,9	6,2	5,8	5,4	5,0	4,6	4,3	4,2	3,7	3,4	3,2	2,9	2,7	2,6
2,0	5,6	5,3	4,9	4,6	4,3	4,0	3,7	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4
2,1	5,1	4,8	4,5	4,2	3,9	3,7	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2
2,2	4,6	4,3	4,1	3,9	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1
2,3	4,2	4,0	3,8	3,6	3,3	3,1	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0
2,4	3,8	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9
2,5	3,5	3,3	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8

Таблиця 11

Наименование лампы	Тип	Потужність, Вт	Напруга мережі, В	Термін служби, год	Сила еритемного випромінювання в вертикальній площині під кутом 0°, мер/ср	Еритемный потік, мер
Люминесцентна еритемна	ЛЕ30-1; ЛЕ30	30; 30	220; 220	5000 3000; 1500	75; 45 130; 156	750 1000; 1600
Люминесцентна еритемна з відбиваючим шаром (рефлекторна)	ЛЕР30; ЛЕР40	30; 40	220; 220			

Значення  $e$  приведені залежно від відносин  $a/h$  і  $b/h$ , де  $a$  і  $b$  - координати контрольної точки щодо проекції опромінювача на розрахункову площину.

Розрахунок еритемної опроміненості (рис. 3). створюваної лампами типа ЛЕ, проводять за формулою

$$E = I_0 Se / 100h_p^2 \quad (1)$$

де  $I_0$  - сила випромінювання еритемної лампи в площині, перпендикулярній до осі, мер/ср;  $e$  - відносна опроміненість, мер/м<sup>2</sup>.

Розрахунок еритемної опроміненості, створюваної лампами типа ЛЕР40, проводиться за формулою

$$E = Se / h_0^2, \quad (2)$$

Значення  $e$  в табл.9 наведені для ламп типу ЛЕР40 з силою еритемного випромінювання  $I_0=15$  мер/ср. При іншому значенні сили випромінювання лампи значення  $e$ , наведені в табл. 8, слід перерахувати пропорційно значенню  $I_0$ .

Коефіцієнт запасу, що враховує зниження еритемної опроміненості в процесі експлуатації опромінювальної установки, вводять тільки при розрахунку мінімально допустимого рівня опроміненості, рівного 1,5 мер/м<sup>2</sup>, і приймають рівним 1,5.

При проектуванні установки тривалої дії опроміненість повинна прийматися не більше 7,5 і не менше 2,25 мер/м<sup>2</sup> (добуток мінімальної норми опроміненості 1,5 мер/м<sup>2</sup> на коефіцієнт запасу, рівний 1,5).

При проектуванні опромінювальної установки рекомендується заздалегідь перевірити правильність вибору типу еритемної лампи і опромінювача на відповідність опроміненості максимальній нормі 7,5 мер/м<sup>2</sup>. Для цього визначають опроміненість під опромінювачем  $E$ :

$$E_0 = I_0 / h_p^2 \quad (3)$$

Коли виявиться, що значення  $E$  менше  $7,5 \text{ мер/м}^2$ , вибір типу лампи зроблений правильно, характеристики еритемних люмінесцентних ламп наведені в табл. 8.

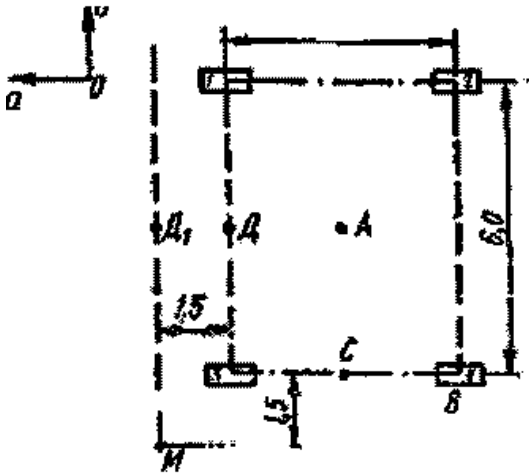


Рис. 7 – Взаємне розташування розрахункових точок і опромінювачів (приклад 1)

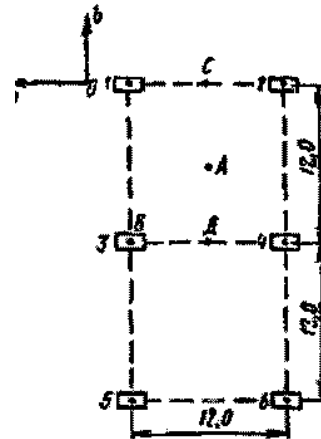


Рис. 5 – До прикладу 2

Для вибору типу лампи на відповідність максимально допустимій еритемній опроміненості визначаємо опроміненість під опромінювачем за формулою (3) для ламп типів ЛЕ30-1 і ЛЕ30. Значення  $I_0$  лампи типу ЛЕ30-1 складає  $75 \text{ мер/ср}$ . Отже, під опромінювачем опроміненість тільки від однієї лампи буде рівна  $75:3 = 8,3 \text{ мер/м}^2$ . Лампа цього типу не може бути використана.

Опроміненість під опромінювачем з лампою типу ЛЕ30 рівна  $45:3^2 = 5 \text{ мер/м}^2$ . Отже можна прийняти еритемні лампи типу ЛЕ30.

Визначаємо на плані приміщення координати контрольних точок щодо опромінювачів (рис. 3) і знаходимо відношення  $a/h_p$  і  $b/h_p$ . За цими відношеннями визначаємо значення відносної опроміненості за даними табл. 6. Після чого знаходимо значення опроміненості за формулою (3). Докладний порядок розрахунку наведений в табл. 9.

У контрольних точках еритемна опроміненість відповідає нормам. З урахуванням коефіцієнта запасу опроміненість вище мінімальної норми, але не досягає максимально допустимої  $7,5 \text{ мер/м}^2$ .

При проектуванні опромінювальних установок немає необхідності визначати рівні опроміненості в такій кількості точок, як це зроблено в

даному прикладі, достатньо визначити еритемну опроміненість у двох-трьох точках.

У високих приміщеннях слід застосовувати опромінювачі з відбивачами з яскравісного алюмінію, оскільки алюміній добре відбиває еритемний потік. Можуть бути також використані люмінесцентні еритемні лампи з відбиваючим шаром типу ЛЕР, які можна встановлювати в світильниках.

Таблиця 12

Контрольна точка	Опромінювачі	Кількість опромінювачів n, шт.	a, м	b, м	a/h <sub>p</sub>	b/h <sub>p</sub>	e, мер/м <sup>2</sup>	ne, мер/м <sup>2</sup>	Sne, мер/м <sup>2</sup>	E, мер/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
А	1	4	2,4	3,0	0,8	1,0	20,3	81,2	81,2	4,1
	2									
	3									
	4									
В	1	4	4,8	6,0	1,6	2,0	3,9	3,9	120,7	6,0
	2		0	6,0	0	2,0	8,9	8,9		
	3		4,8	0	1,6	0	7,9	7,9		
	4		0	0	0	0	100	100		
С	3	4	2,4	0	0,8	0	37,2	74,4	88,6	4,4
	4									
	1		2,4	6,0	0,8	2,0	7,1	14,2		
Д	2	4							83,8	4,2
	3		0	3,0	0	1,0	35,7	70,2		
	2		4,8	3,0	1,6	1,0	7,8	13,6		
	4									
Д <sub>1</sub>	1	4	1,5	3,0	0,5	1,0	28,0	56,0	62,8	3,1
	2									
	3		6,3	3,0	2,1	1,0	3,4	6,8		
	4									
М	1	4	1,5	7,5	0,5	2,5	4,8	4,8	59,9	3,0
	2		6,3	7,5	2,1	2,5	2,0	2,0		
	3		1,5	1,5	0,5	0,5	49,7	49,7		
	4		6,3	1,5	2,1	0,5	3,4	3,4		

### 3.3.2. Особливості проектування і вимоги до еритемних установок короткочасної дії (ФОТАРІЇ)

Установки УФ опромінювання короткочасної дії (фотарії) слід

передбачати у випадках, коли установки тривалої дії влаштовувати неприпустимо або недоцільно з виробничих, техніко-економічних і гігієнічних показників.

Фотарії повинні виконуватися окремими для чоловіків і для жінок. Фотарії слід розміщувати в окремих приміщеннях, суміжних з гардеробами домашнього одягу або із загальним гардеробом (при спільному зберіганні всіх видів одягу).

При фотарії повинні бути передбачені приміщення для медичного персоналу з розрахунку  $3,6 \text{ м}^2$  на 100 опромінених осіб в максимальну зміну, але не менше  $8 \text{ м}^2$ . Фотарії, що обслуговують робітників промислові підприємства, знаходяться у віданні здоровпунктів.

У фотаріях треба передбачати механічну приточи об-витажну вентиляцію. Температура повітря у фотарії повинна знаходитися в межах  $23-25^\circ\text{C}$ . У приміщенні фотарію слід передбачати штучне освітлення, що створює освітленість на підлозі не менше 50 лк.

У фотаріях використовують вертикально встановлені люмінесцентні еритемні лампи, нижній край яких розташовують на висоті 0,5 м від підлоги. Еритемна опроміненість у фотаріях нормується у вертикальній площині на рівні 1 м від підлоги. Нормовані значення вертикальної опроміненості і дози слід приймати відповідно до даних табл. 10.

Кількість робітників і службовців, які підлягають опромінюванню у фотаріях, визначають з виразів

$$\begin{aligned} N_1 &= MK_1 \\ N_2 &= MK_2 \end{aligned} \quad (4)$$

де  $M$  - облікова кількість працюючих в максимальну зміну (чоловіки і жінки окремо);  $K_1$  - коефіцієнт, що враховує протипоказання до УФ опромінювання у фотаріях у чоловіків, рівний 0,8;  $K_2$  - те ж, але в жінок, рівний 0,7.

Таблиця 13

Опроміненість, мер/кг			Доза опромінювання за 1 добу, мер/міліграм			Тривалість опромінювання, хв
мініма	максима	рекомендо	мінімаль	максималь	рекомендова	
120	600	400	6	30	20	2,5-3

Фотарії влаштовують кабінного і прохідного типу. Фотарії кабінного типу для індивідуального опромінювання можуть складатися з однієї, двох, чотирьох і більш суміжних одномісних кабін, стінками яких служать вертикально розташовані лампи типу ЛЕ30. Відстань між лампами звичайно складає 160

Опромінювання в кабіні здійснюється з трьох сторін. Кількість чоловічих і жіночих кабін при проектуванні фотарієм кабінного типу визначається з виразу:

$$N=N/mb, \quad (5)$$

де  $N$ - кількість робітників і службовців;  $m$  - пропускна спроможність кабін, що становить 20-22 чол/год;  $b$  - коефіцієнт, що враховує тривалість роботи фотарію після зміни (30 хв), рівний 0,5.

Фотарій прохідного типу призначений для опромінювання потоку людей, що рухаються в спеціально захищеному проході (прямолінійному або з поворотами) загальною довжиною 30 м. Ширина проходу у фотарії рівна 1,2-1,5 м. Лампи ЛЕ30 кріплять вертикально на стінах і внутрішніх перегородках. Відстань між лампами звичайно складає 250 мм. Лампи, встановлені на стінках, забезпечуються алюмінієвими відбивачами (можуть бути використані також лампи типа ЛЕР30); для опромінювання двох проходів на перегородках лампи встановлюються без відбивачів. Опромінювання у проході здійснюється з двох сторін. Пропускна здатність фотарію прохідного типу визначають з виразу

$$m=60 l/dt, \quad (6)$$

де  $l$  - довжина шляху у фотарії, м;  $d$ - відстань між опромінюваними, м;  $t$  - тривалість опромінювання, хв. Наприклад, якщо  $l=30$  м,  $d=0,3$  м,  $t=2,5$  хв, то  $m=900$  чол/год.

### **3.3.3 Особливості проектування і розрахунків бактерицидних установок для знезараження повітря**

#### **Методи застосування ультрафіолетового бактерицидного випромінювання**

Методи застосування ультрафіолетового бактерицидного випромінювання для знезараження повітря у приміщенні охоплюють ряд варіантів бактерицидних установок і включають вибір умови і системи

зnezараження, а також режиму й тривалості опромінювання залежно від категорії приміщення відповідно до табл. 14.

Таблиця 14

Категорія приміщення	Умови зnezараження	Режим опромінювання	Тривалість опромінювання, год.	Інтервал між сеансами опромінювання, год.	Система зnezараження
I, II, III, IV	У присутності людей	Без перервний	1-2	—	Закриті опромінювачі (рециркулятори), приточно-витяжна вентиляція
I, II	У відсутність людей	Повторно-короткочасний	0,25-0,5	1-2	Відкриті, комбіновані, пересувні
V	Безперервний	2-3		—	Комбіновані опромінювачі

Таблиця 15 – Основні випромінювальні й економічні параметри бактерицидних опромінювачів.

Позначення опромінювача	КПД	Коефіцієнт використання бактерицидного потоку, Кф	Сумарний бактерицидний потік ламп, $\Phi_{\text{бк}}$ , Вт	Опроміненість на відстані 1 м від опромінювача, $E_{\text{бк}}$ , Вт/м <sup>2</sup>	Продуктивність опромінювача, Пр, м <sup>3</sup> /год	Потужність опромінювача $P_0$ , Вт
1	2	3	4	5	6	7
ОБОВ-8-01	—	0,3	1,6	—	10	13
ОБН-2Х15-01	—	0,4	5	—	43	40
ОББ-400	—	0,4	12	—	103	450
ОБТР-8	0,7	0,8	2,5	152	—	13
ОББ-2Х15	0,7	0,8	9	0,38	155	40
ОБН-15-01 «Кама»3	0,65	0,52	2,5	0,5	28	20
ОБН-013	0,65	0,52	6	1,5	67	35
ОБНП-2Х15-01 «ВНІМП-ВІТА»	0,8	0.52/0.84	8	1,5	90/1384	40
ОБНП-2Х30-01 «ВНІМП-ВІТА»	0,8	0.52/0.84	20	3,5	224/3454	70



Продовження табл. 15.

1	2	3	4	5	6	7
ОБН-150	0,6	0,48	12	0,75	124	70
ОБП-300	0,6	0,8	24	1,5	414	140
ОБПе-450	—	0,9	36	—	698	210
ОБРНП-15	0,8	0,48/0,8"	5	0,3	52/874	40
ОБРНП-30	0,8	0.48/0.84	12	1,0	124/2074	70
ОБРПе-30	—	0,9	36	—	698	210
ОБРПП-01	—	0,4	30	—	259	150

### Порядок розрахунку бактерицидної установки

#### 1. Загальні положення.

1.1. Основне завдання розрахунку полягає в тому, щоб визначити при виконанні технічного проекту число опромінювачів або ламп ( $N_o$ ,  $N_l$ ), які повинні бути розміщені в приміщенні або у вихідній камері приточно-витяжної вентиляції з метою забезпечення заданого рівня бактерицидної ефективності.

1.2. Слід зазначити, що розрахунок є оціночним, тому на етапі введення ультрафіолетової бактерицидної установки і експлуатацію допускається коректування результатом розрахунку мі підставі одержаних даних при проведенні випробувань на відповідність вимогам санітарно-гігієнічних показників.

1.3. Для проведення розрахунку необхідно визначити початкові дані. У першу чергу джерелами отримання початкових даних є медико-технічне завдання на проектування бактерицидної установки, паспорти й інструкції на бактерицидні опромінювачі й лампи, а також методичні вказівки щодо застосування бактерицидних ламп для знезараження повітря і поверхонь у приміщеннях.

#### 1.4. Основні початкові дані для проведення розрахунку наступні.

1.4.1. Призначення і категорія приміщення.

1.4.2. Габарити приміщення (висота  $h$ , м, площа підлоги  $S$ ,  $m^2$ ).

1.4.3. Вид мікроорганізму.

1.4.4. Бактерицидна ефективність ( $J_{\text{бк}}$ , %) і відповідна виду мікроорганізму поверхнева ( $H_s$ ,  $Dж/м^2$ ) і об'ємна ( $H_v$ ,  $Dж/м^3$ ) дози (експозиції).

- 1.4.5. Система знезараження (за допомогою опромінювачів в комбінації з приточно-витяжною вентиляцією або без неї).
- 1.4.6. Продуктивність приточно-витяжної вентиляції ( $Pr_v$ ,  $m^3/год$ ).
- 1.4.7. Умови знезараження (у присутності або відсутності людей).
- 1.4.8. Об'єкт знезараження (повітря, поверхня підлоги або те й інше).
- 1.4.10. Режим опромінювання (безперервний або повторно-короткотимчасовий).
- 1.4.11. Тривалість сеансу опромінювання ( $t$ , сек), при якому потрібно забезпечувати досягнення заданого рівня бактерицидної ефективності.
- 1.4.12. Тип опромінювача, лампи, і їх параметри: ККД ( $\eta_0$ ), коефіцієнт використання бактерицидного потоку ( $K_\phi$ ), сумарний бактерицидний потік ламп ( $\Sigma\Phi_{\text{бк}}$ , Вт), бактерицидний потік лампи ( $\Phi_{\text{л.бк}}$ , Вт), бактерицидна опроміненість на відстані 1 м від опромінювача ( $E_{\text{бк}}$ ,  $Вт/м^2$ ), потужність опромінювача ( $P_0$ , Вт).

1.5. Одержані початкові дані дозволяють визначити число опромінювачів  $N_0$  або ламп  $N_l$  бактерицидної установки (пряма задача) або тривалість сеансу опромінювання  $t$  (зворотна задача) за допомогою формул, наведених в табл.16, залежно від об'єкта і системи знезараження.

Таблиця 16

Об'єкт знезараження	Система знезараження	Розрахункові формули	
Повітря	Опромінювачі відкриті й закриті	$N_0 = S \cdot h \cdot H_v / \Sigma\Phi_{\text{бк}} \cdot K_\phi \cdot t$ , шт.	(3.3.1)
Повітря	Приточно-витяжна вентиляція (лампи розміщують у вихідній камері)*	$N_l = S \cdot h \cdot H_v / \Sigma\Phi_{\text{бк}} \cdot K_\phi \cdot t$ , шт. $Pr_v = S \cdot h \cdot 3600 / t$ , $m^3/ч$	(3.3.2) (3.3.3.)
Поверхня підлоги	Опромінювачі відкриті	$N_0 = 0,56 \cdot S \cdot h^{1.5} \cdot H_s / \Sigma\Phi_{\text{бк}} \cdot \eta_0 \cdot t$ , шт.	(3.3.4)

\* Для відкритих ламп  $K_\phi = 0,9$ .

Якщо параметри джерела випромінювання наведені в енергетичних одиницях, то перерахунок на ефективні бактерицидні одиниці можна провести за допомогою рівняння

$$F_{\text{бк}} = F_e K, \quad (7)$$

де  $F_e$  — виміряне інтегральне значення будь-якої фотометричної величини в спектральному діапазоні 205—315 нм і енергетичних одиницях (потік, енергія або сила випромінювання, опроміненість, поверхнева або об'ємна доза),  $K$  — перевідний коефіцієнт.

Значення перевідного коефіцієнта  $K$  можна визначити, якщо відома відносна спектральна характеристика джерела випромінювання в діапазоні 205—315 нм, використовуючи вираз

$$K = \sum_1^n F_{(\lambda)} S_{(\lambda)} / \sum_1^n F_{(\lambda)}, \quad (8)$$

де  $F_{(\lambda)}$  — відносне значення спектральної лінії,

$n$  — порядковий номер спектральної лінії в діапазоні 205—315 нм,

$S_{(\lambda)}$  — значення відносної спектральної бактерицидної ефективності для відповідної спектральної лінії, яке визначається за допомогою табл. 17.

Таблиця 17

$\lambda$ , нм	$S(\lambda)$	$\lambda$ , нм	$S(\lambda)$
205	0,0000	265	1
210	0,009	270	0,98
215	0,066	275	0,900
220	0,160	280	0,760
225	0,260	285	0,540
230	0,360	290	0,330
235	0,460	295	0,150
240	0,560	300	0,030
245	0,660	305	0,006
250	0,760	310	0,001
255	0,860	315	0,000
260	0,950		

Таблиця 18 – Приміщення, що підлягають устаткуванню бактерицидними опромінювачами для знезараження повітря, залежно від категорії, необхідного рівня бактерицидної ефективності  $J_{\text{бк.і}}$  об'ємної дози (експозиції)  $N_v$  для *S.aureus*.

Категорія	Тип приміщення	Норми мікробної обсеменності КОО' в м <sup>2</sup>		$J_{\text{бк.і}}$ , % не менше	$N_v$ , Дж/м <sup>3</sup> значення довідкові
		мікрофлора	<i>S.aureus</i> .		
1	2	3	4	5	6
I	Операційні, передопераційні, пологові, стерильні зони ЦСО**, дитячі палати в пологовому будинку», палати для недоношених і травмованих дітей	Не вище 500	Не повинен бути	99,9	385
II	Перев'язочні, кімнати стерилізації і пастеризації грудного молока, палати і відділення імуноослаблених хворих, палати реанімаційних відділень, приміщення нестерильних зон ЦСО, бактеріологічні й вірусологічні лабораторії, станції переливання крові, фармацевтичні цехи з виготовлення стерильних лікарських форм	Не вище 1000	Не більше 4	99	256
III	Палати, кабінети та інші приміщення ЛПУ (не включені до I і II категорії)	Не нормується	Не нормується	95	167

Продовження табл.18

1	2	3	4	5	6
IV	Дитячі ігрові кімнати, шкільні класи, побутові приміщення промислових і громадських будівель з великим скупченням людей при тривалому перебуванні	Не нормується	Не нормується	90	130
V	Курилні, громадські туалети і сходові майданчики приміщень ЛПУ	Те ж	Те ж	85	105

'КОО — колонієтвірні одиниці.

" ЦСО — централізовані відділення стерилізацій.

#### Примітки:

Вміст озону в повітряному середовищі приміщення з бактерицидними опромінювачами не повинен перевищувати  $0,03 \text{ мг/м}^3$  (ПДК, середньодобова для атмосферного повітря).

Вміст пари ртуті в приміщенні не повинен перевищувати  $0,0003 \text{ мг/м}^3$  (ПДК, середньодобова для атмосферного повітря) («Гранично допустимі концентрації (ПДК) забруднюючих речовин в атмосфері повітря населених місць». ГН 2.1.6.584—96).

#### Типові приклади розрахунку бактерицидних установок

Приклад 1. Необхідно визначити число відкритих опромінювачів типу ОББ-2х15 для знезараження повітря і поверхні підлоги в операційному приміщенні при відсутності людей. Початкові дані, необхідні для проведення розрахунку, зведені в табл. 19.

Таблиця 19

Найменування характеристики або параметра	Позначення	Значення параметра
Габарити приміщення	h, м;	3
	S, м <sup>2</sup>	50
Вид мікроорганізму	Золотистий стафілокок	—
Категорія приміщення	I	—
Бактерицидна ефективність	J <sub>бк.</sub> %	99,9
Об'ємна доза	N <sub>y&gt;</sub> Дж/м <sup>3</sup>	385
Сумарний бактерицидний потік ламп опромінювача	ΣФ <sub>бк.</sub> Вт	9
Коефіцієнт використання бактерицидного потоку	Kф	0,8
Режим опромінювання	Повторно-короткочасний	—
Тривалість опромінювання, при якій досягається задана бактерицидна ефективність	t, с	900

Використовуючи наведені дані, за допомогою формули (3.3.1) з табл.13 визначимо необхідне число опромінювачів ОББ-2х15 для знезараження повітря в операційному приміщенні:

$$N_0 = 50 \cdot 3 \cdot 384 / 9 \cdot 0,8 \cdot 900 = 9 \text{ шт. (округляють до більшого значення)}$$

**Приклад 2.** Необхідно забезпечити знезараження повітря у палаті травматологічного відділення за допомогою приточно-витяжної вентиляції з використанням бактерицидних ламп ДБ-30-1, встановлених у вихідній камері. Початкові дані, необхідні для розрахунку, подані в табл. 20.

**Таблиця 20**

Найменування характеристики або параметра	Позначення	Значення параметра
Габарити приміщення	h, м; S, м <sup>2</sup>	4 100
Категорія приміщення Вид мікроорганізму Об'ємна доза Бактерицидна ефективність	III S.aureus. N <sub>y&gt;</sub> Дж/м <sup>3</sup> Jбк. %	167 45
Бактерицидний потік лампи	Фл,бк	6
Коефіцієнт використання бактерицидного потоку	K <sub>ф</sub>	0,9
Режим опромінювання	Безперервний	—
Тривалість опромінювання повітряного потоку, при якій досягається задане значення бактерицидної ефективності в приміщенні	t, с	3600

Використовуючи наведені дані, за допомогою формул (3.3.2) і (3.3.3) табл.16 визначають число ламп для установки у вихідній камері і необхідну продуктивність приточно-витяжної вентиляції:

$$N_{\text{л}} = 100 \cdot 4 \cdot 167 / 6 \cdot 0,9 \cdot 3600 = 4 \text{ шт};$$

$$\text{Пр}_v = 100 \cdot 4 \cdot 3600 / 3600 = 400 \text{ м}^3/\text{год}.$$

### **3.4. Електротехнічна частина установки**

#### **3.4.1. Вибір напруги мережі й схеми живлення ОБУ**

Для живлення ОБУ виберемо напругу, як і для освітлювальної мережі 380/220В. Загальна схема живлення здійснюється від зовнішнього трансформатора, розташованого на відстані 100 м від введення в будівлю.

#### **3.4.2. Вибір щитків і дротів.**

Оскільки споживана потужність невелика, то виберемо щиток марки ОЩВ-6. Технічні дані щитка подані в табл. 21.

Таблиця 21

Тип щитка	Пристрій на вході	Пристрій на виході	Кількість ліній	Габаритні розміри
ОЩВ-6	АЕ 2044 автомат.	АЕ 1031 автомат.	6	500/400/145

Оскільки опромінюване приміщення не вибухонебезпечне, то вибираємо алюмінієві дроти з ПВХ ізоляцією марки АПВ. Прокладка дротів в приміщенні здійснюється над рівнем навісної стелі в лотку. Для введення в будівлю використовуємо кабель з алюмінієвими жилами з ПВХ оболонкою і ПВХ ізоляцією марки АВВБ. Кабель прокладається в землі.

### 3.4.3. Вибір схеми живлячої і групової мережі

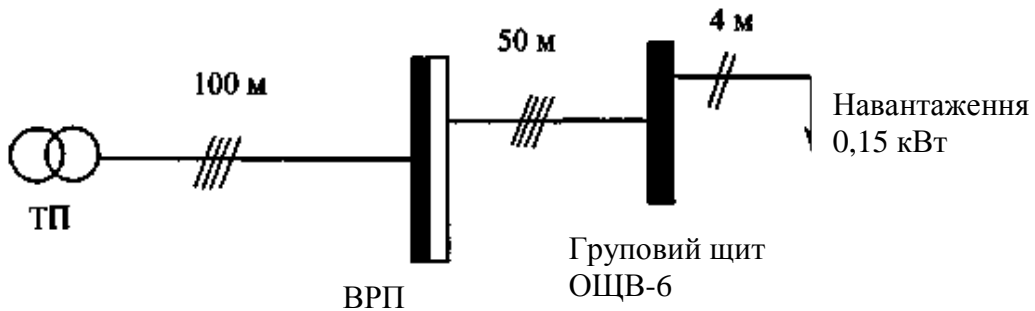


Рис. 8. Схема мережі електропостачання опромінювальної установки

### 3.4.3. Вибір схеми управління ОБУ

Окрім вимикачів, встановлених на щитку (централізований), як апарати керування вибираємо ще однополюсні вимикачі, яке встановлюємо безпосередньо в опромінюваному приміщенні (місцеве керування).

### 3.4.5. Розрахунок мережі на мінімальну кількість матеріалу.

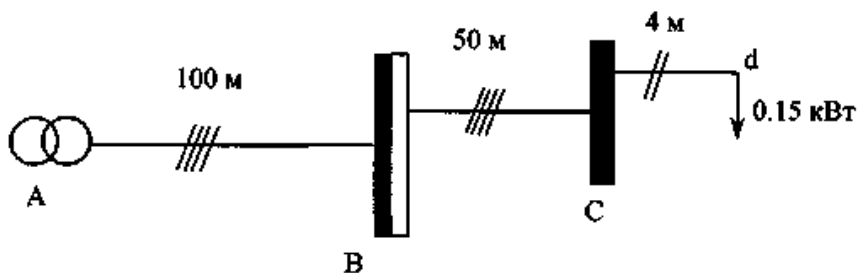


Рис. 7 – До розрахунку перерізів дротів і кабелів установки



Розрахуємо моменти кожної ділянки мережі

$$M_{AB} = 0.15 \cdot 100 = 15 \text{ кВт м}$$

$$M_{BC} = 0.15 \cdot 50 = 7.5 \text{ кВт м}$$

$$M_{CA} = 0.15 \cdot 4 = 0.6 \text{ кВт м}$$

Розрахунок перерізів виконуємо за формулою

$$S = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n M_i + \sum_{k=1}^n (\alpha \cdot m)_k \right]}{c \cdot \Delta U_c}, \quad (9)$$

$\sum_{i=1}^n M_i$  - сума моментів всіх наступних за 1 - ою ділянок, які мають таке ж число дротів.

$\sum_{k=1}^n (\alpha m)_k$  - сума моментів всіх наступних за 1 - ою ділянок, які мають інше число дротів.

$\alpha = 1.85$ ).

$c$  - коефіцієнт, залежний від матеріалу дроти і числа дротів на ділянці (для А1 дроту С4 = 46, С2 = 7.7)

$$S_{AB} = \frac{15 + 7.5 + 1.85 \cdot 0.6}{46 \cdot 2.5} = 0.2 \text{ мм}^2$$

Округляємо одержаний перетин до найближчого за ГОСТом  $S_{AB} = 2.5 \text{ мм}^2$  розраховуємо втрати на ділянці АВ з даним перерізом значить, на ділянках, що залишилися, втрата напруги складе  $\Delta U = 2.5 - 0.13 = 2.3 \%$

Проводимо аналогічний розрахунок для всіх ділянок, що залишилися.

$$S_{AB} = 2.5 \text{ мм}^2 \quad S_{BC} = 2.5 \text{ мм}^2 \quad S_{CA} = 2.5 \text{ мм}^2$$

З точки зору захисту мережі вибір таких перетинів не доцільний, тому збільшуємо перерізи до найближчих за ГОСТом:

$$S_{AB} = 6 \text{ мм}^2 \quad S_{BC} = 4 \text{ мм}^2 \quad S_{CA} = 2.5 \text{ мм}^2$$

#### 4.6. Перевірка мережі за струмом нагріву і механічною міцністю

Всі провідники електричної мережі повинні задовольняти співвідношенню:

$$I_{\text{тд}} > I_p,$$

де  $I_p$  - робочий струм в лінії,

$I_{\text{тд}}$  – тривалодопустимий струм (визначають за таблицею з [4])

$I_{\text{тд}}$  для ділянок АВ, ВС, С<sub>4</sub>, відповідно рівні 39 А, 32 А, 24 А.

Для однофазної мережі:

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos(\varphi)} \quad (10)$$

для трифазної мережі:

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos(\varphi)} \quad (11)$$

Для ділянок АВ і ВС  $I_p = 0.3$  А, а для ділянки СД  $I_p = 0.8$  А, тобто за тривалодопустимим струмом мережа задовольняє вимогам ГОСТу. З табл. 3-13 [4] видно, що по механічній міцності якнайменший переріз дроту повинен складати  $2.5 \text{ мм}^2$ , що відповідає розрахунковим значенням:

$$S_{AB} = \frac{15 + 7,5 + 1,85 \cdot 0,6}{46 \cdot 2,5} = 0,2 \text{ мм}^2$$

### 3.5. Вихідні параметри ОБУ

Вихідні параметри розрахованої опромінювальної установки подають у вигляді:

Установка тривалої дії

Освітлювана площа,  $\text{м}^2$  31,6

Система напруги, В 380/220

Встановлена потужність кВт 0,15

Питома потужність  $\text{Вт/м}^2$  4,7

Середній рівень опроміненості,  $\text{мер/м}^2$  9.5

Нерівномірність опромінювання 0,75

Джерела випромінювання: ЛЕ-30-1, шт. 4

Система керування опромінюванням місцева

Марка і перерізи кабелів та дротів ділянка АВ – АВВБ (4х6)

ділянка ВС – АВВГ (4х4)

ділянка СД – АПВ (2х2,5)

Специфікація.

№	Найменування виробу і матеріалу.	Одиниці виміру	Кількість
1	Трансформатор	шт.	1
2	Щиток ОЦВ-6	шт.	1
3	Кабелі і дроти		
3.1	АПВ (1х2.5)	м	8
3.2	АВВГ (4х4)	м	200
3.3	АВВБ (4х6)	м	400
4	Вимикачі однополюсні АЕ1031	шт.	1
5	Вимикачі однополюсні АЕ 2044	шт.	1
6	Труби	м	50
7	Лоток сталевий	шт.	1

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу з курсу «Фотобіологічні і медичні опромінювальні установки» і виконання розрахунково-графічного завдання й контрольних робіт (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 8. 090605, 7.090605 –«Світлотехніка і джерела світла»)

Укладачі: Олена Миколаївна Ляшенко

Юлія Олегівна Васильєва

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2008, поз.23М

Підп. до друку 13.06.08	Формат 60x841/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн.-друк.арк. 1,7	Обл.-вид.арк. 2,0
Замовл. № ____	Тираж 100 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії при ЦНІТ ХНАМГ,  
61002, Харків, вул. Революції, 12